

AN: PAT 1987-314219  
TI: Evaluator determining piezoelectric material coefft. of sample arranged in series between two rams parallel to direction of applied force  
PN: **DD247083-A**  
PD: 24.06.1987  
AB: A calibrated standard is provided between one of the two rams and a third ram for producing a second measurement value which works in conjunction with the application of the force. A comparator is provided for comparing the electric signals derived from the two measurement values.; Simple routine operation using direct piezo effect. Largely unresponsive to force variations for reproducible results.  
PA: (KERH ) VEB KERAMISCHE WERKE HERMSDORF;  
IN: HELKE G; HENNIG E; HERRFURTH J; MEIER W;  
FA: **DD247083-A** 24.06.1987;  
CO: DD;  
IC: G01L-001/16; G01R-029/22; H01L-041/22;  
MC: S01-D09; S02-F01X; V06-L02;  
DC: S01; S02; V06;  
PR: DD0287506 03.03.1986;  
FP: 24.06.1987  
UP: 02.11.1987

---





(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

## PATENTSCHRIFT

DD (11) 247 083 A1

4(51) G 01 R 29/22  
 H 01 L 41/22  
 G 01 L 1/16

*Abschatt*

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 01 R / 287 506 5

(22) 03.03.86

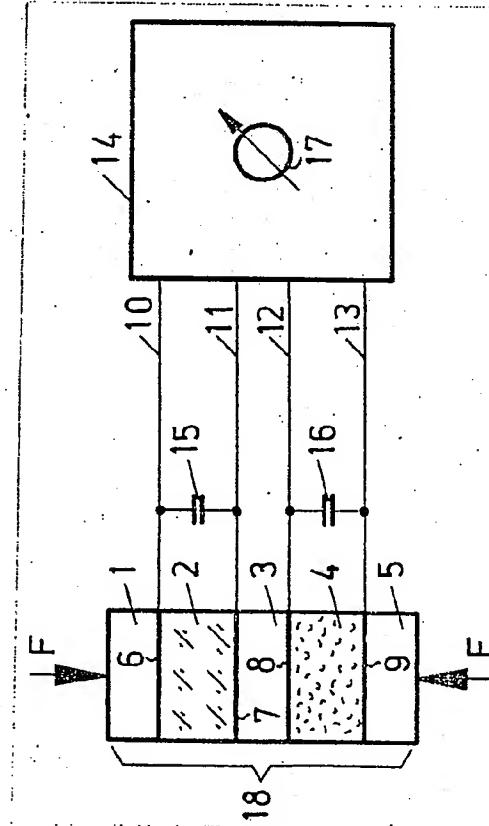
(44) 24.06.87

(71) VEB Keramische Werke Hermsdorf, 6530 Hermsdorf, Friedrich-Engels-Straße 79, DD

(72) Helke, Günter, Dr.; Hennig, Eberhard, Dipl.-Phys.; Herrfurth, Joachim; Meier, Wilfried, DD

(54) Bewertungsanordnung für piezoelektrische Körper

(57) Zur Bewertung eines piezoelektrischen Körpers hinsichtlich seiner piezoelektrischen Materialkoeffizienten wird dieser Körper parallel zur Richtung einer auf ihn einwirkenden Kraft seriell zwischen zwei Stempeln angeordnet und durch die Kraft am Körper eine erste Meßgröße erzeugt. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, im Routinebetrieb unter Anwendung des direkten piezoelektrischen Effektes eine einfache, in weiten Grenzen gegenüber Variationen der Kraft unempfindliche und reproduzierbare Ergebnisse liefernde Bewertungsanordnung zu schaffen. Dazu ist zwischen einem der zwei Stempel und einem dritten Stempel ein Etalon zur Erzeugung einer zweiten Meßgröße vorgesehen, die mit der Kraft im funktionellen Zusammenhang steht. Eine Einrichtung dient zum Vergleich von aus beiden Meßgrößen abgeleiteten elektrischen Signalen. Figur.



Mit der erfindungsgemäßen Anordnung ist es möglich, unabhängig von Schwankungen der Kraft seriell die verschiedenen Meßobjekte zu bewerten und diejenigen auszusondern, die unterhalb eines gewissen, vorher festlegbaren Schwellwertes liegen. Sie ist einer Automatisierung zugänglich.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert.

- In einer Säule 18 sind seriell ein erster Stempel 1, ein Etalon 2, ein zweiter Stempel 3, ein piezokeramischer Körper 4 und Stempel 5 angeordnet. Die Berührungsflächen 6, 7, 8, 9 zwischen den Stempeln 1, 3, 5 und dem Etalon 2 bzw. dem Körper 4 sind so gestaltet, daß eine vollständige Berührung zur sicheren Kontaktgabe gewährleistet ist. Die Stempel 1, 3, 5 bestehen deshalb aus leitendem Material. Von den Kontaktflächen 6, 7, 8, 9 gehen elektrische Leitungen 10, 11, 12, 13 zu einem Komparator 14, wobei jeweils zwischen den Leitungen 10, 11 bzw. 12, 13 ein Kondensator 15 bzw. 16 vorgesehen ist. Im Komparator 14 werden die an den Leitungspaaren 10, 11 bzw. 12, 13 anstehenden Ladungen zur Ableitung von Spannungssignalen miteinander verglichen und mit einem an den Komparator 14 angeschlossenen Spannungsmesser 17 die Differenz der an den Kondensatoren 15, 16 anliegenden Spannungen gemessen.

Wirkt über die Stempel 1, 5 eine Kraft F auf die Säule 18 und damit auf den Etalon 2 und den Körper 4 ein, so werden in den letzteren Ladungen Q<sub>2</sub> und Q<sub>4</sub> induziert, die von der Kraft F und der piezoelektrischen Ladungskonstante d abhängig sind. Da es sich bei dem Etalon 2 im vorliegenden Beispiel um Quarz und beim Körper 4 um eine Piezokeramik handelt, sind deren Piezomodulen voneinander verschieden. Die Integration der Ladungen Q<sub>2</sub> des Etalons 2 und Q<sub>4</sub> des Körpers 4 erfolgt auf den geeignet dimensionierten Kondensatoren 15, 16, deren Eigenkapazitäten wesentlich größer sind als die des Etalons 2 und des Körpers 4. Die an den Kondensatoren 15, 16 anstehenden elektrischen Spannungen sind im Betrag gleich, wenn das Verhältnis der Kapazitäten C<sub>15</sub>:C<sub>16</sub> der Meßkondensatoren 15, 16 gleich dem Verhältnis der Piezomodulen d<sub>2</sub>, d<sub>4</sub> von Etalon 2 und Körper 4 ist. Durch eine entsprechende Wahl der Kapazitäten C<sub>15</sub> und C<sub>16</sub> lässt sich diese Bedingung erfüllen. Da für die piezoelektrisch erzeugte Ladung des Etalons 2 bzw. des Körpers 4 die Beziehung

$$Q_2 = d_2 \cdot F \quad I$$

bzw.

$$Q_4 = d_4 \cdot F \quad II$$

gilt und die elektrischen Spannungen U<sub>2</sub> und U<sub>4</sub> infolge der Integration der piezoelektrisch erzeugten Ladungen Q<sub>2</sub> und Q<sub>4</sub> auf den Kondensatoren 15, 16

$$U_2 = \frac{Q_2}{C_{15}} = \frac{d_2 \cdot F}{C_{15}} \quad III$$

und

$$U_4 = \frac{Q_4}{C_{16}} = \frac{d_4 \cdot F}{C_{16}} \quad IV$$

sind, ergibt sich für den Piezomodul (die piezoelektrische Ladungskonstante) des Körpers 4

$$\frac{d_4}{d_2} = \frac{C_{16}}{C_{15}} \text{ oder } d_4 = \frac{d_2 \cdot C_{16}}{C_{15}}, \quad V$$

wenn U<sub>2</sub> = U<sub>4</sub> ist. Daraus folgt, daß Veränderungen der Kraft F innerhalb endlicher Grenzen und bei hinreichender funktionelle Übereinstimmung der Abhängigkeit des piezoelektrischen Effektes des Etalons 2 und des Körpers 4 von der Kraft F keinen Einfluß auf die Bewertung des Körpers 4 haben. Ändert sich der Piezomodul und die Orientierung bei der Routineuntersuchung von Körper zu Körper, so ist es bei unveränderten Kondensatoren 15, 16 und Etalon 2 möglich, am Spannungsmesser 17 in Form einer auftretenden Spannung oder der Abweichung von einer vorgegebenen Spannung die Tauglichkeit oder Untauglichkeit des Körpers 4 nachzuweisen. Der Vergleich der Spannungen wird im Komparator 14 vorgenommen; der Spannungsmesser 17 zeigt die Spannungsdifferenz an.

Anstatt der beiden elektrischen Leitungen 11 und 12 ist es auch möglich, nur eine Leitung zu verwenden, die mittig an dem aus leitendem Material bestehenden Stempel 3 angebracht ist. Der Quarzetalon 2 kann auch durch eine piezoelektrische Folie aus Polyvinylidenfluorid oder ein piezoresistives Material ersetzt werden. Bei Verwendung eines piezoresistiven Materials würde der Kondensator 15 entfallen. Die Kraft F kann beispielsweise mit Hilfe eines Exzenter ausgeübt werden.

#### Erfindungsanspruch:

1. Anordnung zur Bewertung des direkten piezoelektrischen Effektes eines piezoelektrischen Körpers, der zwischen zwei Stempeln und mit diesen im wesentlichen parallel zu einer wirkenden Kraft seriell angeordnet ist, wobei am Körper eine erste Meßgröße erzeugt wird, die zur Kraft in einem funktionellen Zusammenhang steht, gekennzeichnet dadurch, daß zwischen einem der zwei Stempel und einem dritten Stempel ein Etalon zur Erzeugung einer mit der Kraft im funktionellen Zusammenhang stehenden zweiten Meßgröße ebenfalls seriell angeordnet ist und daß eine Einrichtung zum Vergleich von aus den Meßgrößen abgeleiteten elektrischen Signalen vorgesehen ist.
2. Anordnung gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Etalon aus Quarz besteht.
3. Anordnung gemäß Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß in den elektrischen Verbindungen des Etalons bzw. des Körpers mit der Einrichtung jeweils ein Kondensator angeordnet ist und daß das Verhältnis der Kapazitäten der Kondensatoren im wesentlichen gleich dem Verhältnis der piezoelektrischen Ladungskoeffizienten von Etalon und Körper ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

#### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Bewertung des direkten piezoelektrischen Effektes piezoelektrischer Schwingungsaufnehmer, vorzugsweise piezokeramischer Körper zur Verwendung in Kraftmessern, Zündern u. a. Bei der Bewertungsanordnung ist der piezoelektrische Körper zwischen zwei Stempeln und mit diesen im wesentlichen parallel zu einer wirkenden Kraft seriell angeordnet, wobei an dem Körper eine von der Kraft funktionell abhängige elektrische Ladung erzeugt und zu einem elektrischen Signal umgeformt wird.

#### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bekanntlich werden piezoelektrische, insbesondere piezokeramische Wandler bezüglich der Größe des piezoelektrischen Effektes durch die Messung dynamischer Größen, wie der Resonanzfrequenz, entsprechend dem elektromechanischen Ersatzschaltbild bewertet. So kann auch der elektromechanische Kopplungsfaktor genau bestimmt werden. Die Messungen basieren auf dem reziproken piezoelektrischen Effekt und gestatten die Berechnung entsprechender Materialkoeffizienten. Eine unmittelbare Beurteilung des direkten piezoelektrischen Effektes ist durch die Messung dynamischer Größen nicht möglich. In bestimmten Anwendungsfällen ist es jedoch von erstrangiger Bedeutung, die Ladungskonstante zu bestimmen, indem beispielsweise durch wiederholtes Abheben eines Gewichtes piezoelektrisch erzeugte Ladungen durch Ladungsintegrationen absolut gemessen werden. Die gesamte erzeugte Ladung kann als Produkt aus der beobachteten Spannung und der Summe von Shunt- und statischer Kapazität des Piezokörpers berechnet werden. Abgesehen von der Notwendigkeit der Durchführung von Berechnungen, ist die Reproduzierbarkeit der Be- oder Entlastung der Piezokörper unter Routinebedingungen nicht gewährleistet.

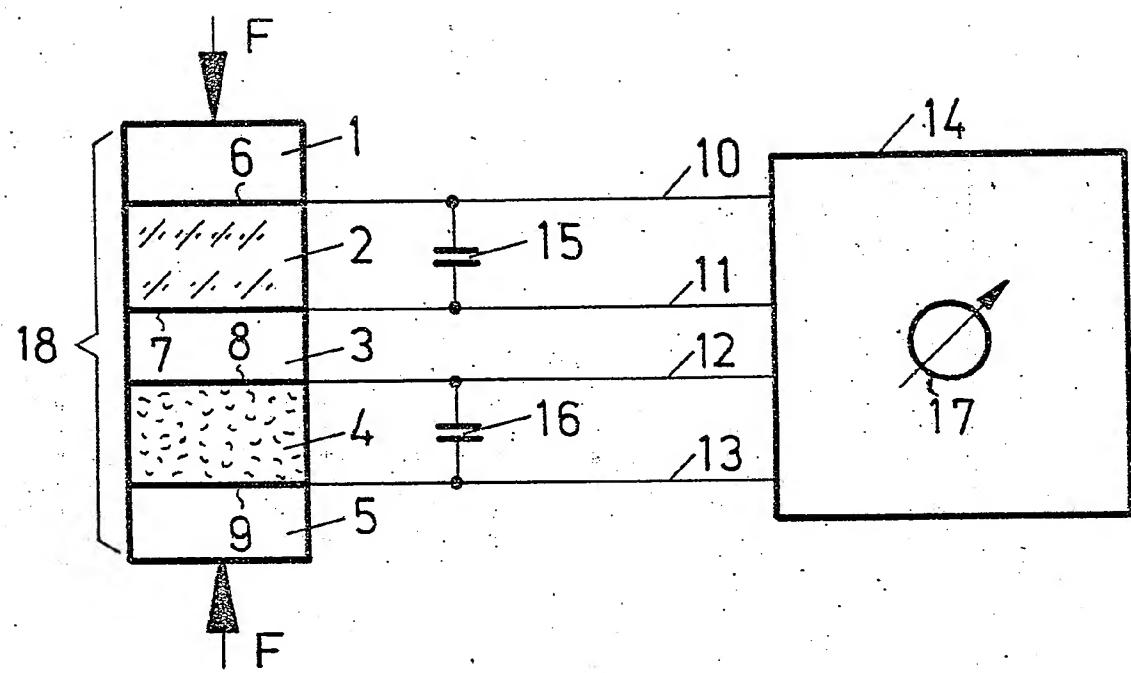
#### Ziel der Erfindung

Die aufgezeigten Mängel sollen durch die Erfindung behoben und eine einfache Möglichkeit der Bewertung der Qualität piezoelektrischer Körper bzw. Wandler als Ladungsquellen geschaffen werden.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine für den Routinebetrieb besonders geeignete Anordnung zur Bewertung des direkten piezoelektrischen Effektes eines piezoelektrischen Körpers bzw. Wandlers zu ermöglichen. Durch die Anwendung eines Relativmeßverfahrens soll sich eine einfache Anordnung ergeben, die ohne Berechnungen und reduzierbar zur Qualitätskontrolle benutzbar ist.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß zwischen einem der genannten zwei Stempel und einem weiteren Stempel ein Etalon zur Erzeugung einer mit der auf den Körper wirkenden Kraft funktionell zusammenhängenden Meßgröße ebenfalls seriell angeordnet ist und daß eine Einrichtung zum Vergleich des der Ladung entsprechenden elektrischen Signals mit dem der Meßgröße entsprechenden elektrischen Signal vorgesehen ist. Der funktionelle Zusammenhang kann für den Körper und den Etalon der gleiche sein. Vorteilhaft besteht der Etalon aus Quarz, der eine große Reproduzierbarkeit und Temperaturabhängigkeit der piezoelektrischen Werte besitzt. Schließlich ist es für die Benutzung der erfundungsgemäßen Anordnung von Vorteil, wenn in den elektrischen Verbindungen des Etalons bzw. des Körpers mit der Einrichtung jeweils ein Kondensator angeordnet ist. Das Verhältnis der Kapazitäten der Kondensatoren ist dabei im wesentlichen gleich dem der piezoelektrischen Ladungskoeffizienten des Etalons und des Körpers gewählt. Die Eigenkapazität der Kondensatoren liegt wesentlich über der der piezoelektrischen Ladungsquellen.



— 30063 —